

## PARTICULARITATI MORFO-FUNCTIONALE ALE COPILULUI SI IMPACTUL ANESTEZIC

Florea Purcaru

319

Principiile anestezice din chirurgia pediatrica sunt identice cu ale adultului. Diferentele semnificative din anestezia pediatrica fata de adult si care confera securitate copilului tin de o buna cunoastere a particularitatilor morfo-functionale, farmacologice si psihologice ale copilului si in principal ale nou-nascutului, sugarului si copilului mic. Au importanta si elementele specifice ale prematurilor si malformatilor congenitali.

Dezvoltarea fiziologica are mare importanta in pregatirea preoperatorie a copilului. Dezvoltarea intrauterina poate fi influentata de stres, infectii virale, expunere la droguri, deficit nutritional, predispozitie genetica sau alte maladii maternale.

Un copil nascut inainte de 37 saptamani de amenoree se considera prematur, iar cel nascut dupa 42 saptamani este considerat postmatur.

Un copil cu greutatea sub 2500 g este considerat hipotrofic. Un examen fizic si neurologic la nastere dupa scala Dubowitz (modificata pentru prematuritatea extrema), permite o buna evaluare a varstei gestionale.

Curba greutatii in functie de varsta gestionala permite clasarea copiilor in trei categorii:

- greutate mica
- greutate normala
- greutate mai crescuta.

Pentru a evalua si anticipa evolutia unei anestezii trebuie cnoscute o serie de date: greutatea, curba de crestere, perimetrul cranian, particularitatile aparatului respirator, circulator, excretor, digestiv, sistem nervos, echilibrul hidro-ionic, acido-bazic, termoreglarea etc.

## Particularitatile morfo-functionale ale nou-nascutului si sugarului

### *Aparatul cardio-vascular*

Suferă modificări fiziologice semnificative chiar din momentul nasterii și în primul an. Trecerea de la viața intrauterină când circulația placentară joacă rolul major, iar fluxul sanguin pulmonar este minim, la viața extrauterină când circulația devine de tip adult generează o serie de evenimente.

Placenta fiind exclusă din circulație, are loc o expansiune pulmonară și un exces de sânge oxigenat.

Consecința expansiunii pulmonare și a excesului de sânge oxigenat este creșterea rezistenței vasculare periferice care produce o creștere a presiunii din inimă stângă, fapt urmat de închiderea mecanică a foramenului oval. Închiderea completă a canalului arterial necesită prezența de țesut muscular arterial. Țesutul muscular arterial este mai puțin reprezentat la copilul prematur, fapt ce explică numărul crescut de cazuri când canalul arterial nu se închide. Închiderea veritabilă fibroasă a canalului arterial se produce numai după 2 – 3 săptămâni de viață. În anumite circumstanțe critice copilul poate reveni la circulația fetală. Aceasta este considerată o perioadă intermediară. Situații când riscul de revenire la circulația fetală este crescut sunt: prematuritatea, infecțiile, afecțiuni pulmonare însoțite de dezechilibrul gazelor sanguine, stări febrile, boli cardiace congenitale, anestezice ce modifică tonusul vascular. În acest mod poate apărea o hipoxie la acești copii chiar dacă respirația pare adecvată. Pentru a nu aduce prejudicii acestor copii trebuie evitate o serie de episoade ce pot altera oxigenarea. Trebuie evitate substanțele anestezice cu acțiune depresorie pe miocard, homeostazia gazelor sanguine ( $O_2$  și  $CO_2$ ) va fi menținută în parametri normali, iar copiii vor fi ținuți în normotermie.

Masa celulară contractilă din miocard este mult mai mică la nou-născut comparativ cu adultul. Datorită imaturității dezvoltării cardiace pot să apară o serie de fenomene perianestezic. Există posibilitatea apariției unor insuficiențe biventriculare, sensibilitate crescută la pierderea volumului circulant, toleranță proastă la supraîncărcare volemică și debit cardiac dependent de frecvență.

Miocardul are o inervație simpatică redusă comparativ cu inervația vagală fapt ce face ca inimă nou-născutului să aibă distensibilitate scăzută și capacitate limitată de modificare a contractilității.

Datorită dezvoltării insuficiente a sistemului simpatic tensiunea arterială (TA) este scăzută la nou-născut, crește progresiv cu vârsta și atinge valorile adultului după 15 ani.

Răspunsul periferic la hipovolemie este diminuat datorită depozitelor scăzute de catecolamine.

Supraincercarea volemica a nou nascutului duce la reactivitate scazuta in circulatia periferica.

O hemoragie intraoperatorie de 10 % declaseaza o vasoconstrictie arteriala, dar nu si pe sistemul venos, astfel incat debitul cardiac si T.A. scad. Variatiile volemice si pierderile de sange vor fi riguros monitorizate la nou nascut, pentru a evita episoade neplacute cardio-vasculare.

#### *Aparatul respirator*

Pentru ca pulmonul sa poata mentine homeostazia gazelor sanguine, sistemul traheo-bronsic si sistemul vascular trebuie sa atinga un anumit grad de maturitate.

Numarul si dimensiunile sistemului alveolar se dezvoltă pana la varsta de 8 ani.

Dezvoltarea insuficienta a aparatului respirator pune probleme deosebite intra si postoperator.

La prematuri unde surfactantul este insuficient poate sa apara sindromul de detresa respiratorie.

Dimensiunile reduse ale sistemului traheo-bronsic cresc rezistentele debitului de aer. Traheea, bronsiile, structurile musculare si osoase au o complianta crescuta, fapt de creeaza dificultati in mentinerea unei presiuni negative.

Spatiul mort este similar cu al adultului dar consumul de  $O_2$  este de 2 - 3 ori mai crescut.

La prematuri travaliul respirator este crescut de 3 ori.

Frecventa respiratorie este crescuta la copil.

Capacitatea reziduala functionala este scazuta. Muschii intercostali si diafragmatici sunt saraci in fibre la copiii sub 2 ani, fapt ce duce la epuizarea rapida a travaliului respirator.

Tipul fibrelor musculare ce constituie muschii intercostali si diafragmatici sunt diferite fata de adult. Aceste fibre nu ating configurarea similara adultului decat la 2 ani.

Din cauza acestei structuri a fibrelor nou-nascutului si copilului mic, la orice crestere a travaliului respirator, musculatura respiratorie oboseste. Oboseala induce apnee, retentie de  $CO_2$  si insuficienta respiratorie.

Diafragma este inserat orizontal spre deosebire de adult unde este inserat oblic, fapt ce reduce amplitudinea contractiei diafragmului si predispune la respiratii paradoxale.

Coastele sunt compuse in mare parte din cartilagii si sunt orizontale.

Complianta peretelui toracic este crescuta.

Ventilatia pulmonara este de tip diafragmatic.

Ventilatia pe minut este crescuta.

Caile aeriene prezinta o serie de particularitati:

Limba are un volum crescut in raport cu orofaringele punand probleme de laringoscopie si predispunand la obstructie.

Laringele este sus situat si creeaza dificultati la intubatie, necesitand laringoscop cu lama dreapta.

Epiglota este scurta si groasa, iar prin angulatie poate acoperi laringele facand dificila laringoscopia.

La copil in primele luni de viata, reflexele laringiene pot genera apnee si bradicardie, care pot fi accentuate de infectie, anemie, hipoxie.

#### *Rinichiul*

Nou nascutul si prematurul au o structura renala (glomerul si tub) nematurizata si cu functie deficitara, in ceea ce priveste capacitatea de a elimina apa, electrolitii, medicamentele, anestezele etc. Maturitatea structurala si functionala este atinsa dupa varsta de 2 ani.

#### *Funcția electrolitică*

Aportul hidric insuficient este prost tolerat. Apa totala este de 80 % la nou nascut si 90 % la prematur fapt ce influenteaza dinamica unor anesteze. Sodiul se pierde prin urina chiar in conditiile unui aport insuficient, de aceea se recomanda corectarea cu solutii izotone.

Hipocalcemia este frecvent intalnita la nou nascuti si prematuri, dupa transfuzii de sange conservat si plasma proaspata.

Nevoile hidrice perioperatorii sunt de 4 ml/kg/ora pentru primele 10 kg de greutate; 2 ml/kg/ora pentru urmatoarele 10 kg si 1 ml/g/ora pentru urmatoarele kilograme.

Compozitia solutiilor perfuzate recomandate obisnuit este urmatoarea: glucoza 5 % in solutie de ser fiziologic la care se poate aditiona 20 mEq KCl pentru un litru de solutie perfuzabila. Deficitele hidro-electrolitice ulterioare vor fi inlocuite prin perfuzii suplimentare.

#### *Pancreasul*

Nou nascutii prezinta o concentratie a glucozei in sange de 30 mg % iar prematurii de 20 mg %. Nou nascutii trebuie alimentati precoce enteral sau parenteral pentru a evita tabloul clinic de hipoglicemie (paloare, transpiratii, tahicardie, apnee, convulsii etc.).

#### *Sistemul hematologic*

Volumul sanguin al nou nascutului la termen este de 90 ml/kg.corp, iar la prematur este de 90 – 100 ml/kg.corp.

Anemia fiziologica maxima este la 3 luni.

La nastere predomina hemoglobina fetala, care are afinitate crescuta pentru O<sub>2</sub> dar eliberare scazuta la nivelul tesuturilor. Hemoglobina fetala este inlocuita cu cea de tip adult intre 3 – 6 ani.

### *Ficatul*

La nou nascut functia hepatica este imatura, are un sistem de conjugare dificil si o capacitate diminuata de metabolizare a medicamentelor. La copilul mai mare creste capacitatea hepatica de metabolizare a medicamentelor prin cresterea debitului sanguin hepatic si a inductiei enzimatice.

La prematur exista rezerve reduse de glicogen de unde tendinta de hipoglicemie si acidoza. Ficatul nu face fata la o incarcatura proteica semnificativa.

Albuminele sunt scazute si au impact asupra transportului medicamentelor, astfel incat se observa o crestere a titrului drogurilor libere in plasma.

Reactiile de conjugare hepatica la nou nascut fiind scazute poate sa apara icter fiziologic.

Icterul patologic poate sa apara prin mecanisme multiple (hemolize, incompatibilitate Rh sau de grup sanguin, infectii, atrezii biliare etc.). Nou-nascutul prezinta tulburari de coagulare si necesita nevoi crescute de vit.K.

### *Tubul digestiv*

La nou nascut pH-ul este alcalin.

Refluxul gastro-esofagian este frecvent din cauza imaturitatii sfincterului faringo-esofagian si a presiunii esofagiene scazute.

Anomaliile congenitale ale tubului digestiv se deceleaza dupa 24 – 36 de ore de la nastere si se manifesta prin voma, regurgitare daca sunt situate in segmentul digestiv proximal si prin distensie abdominala si lipsa de meconiu daca sunt situate distal.

### *Funcția de termoreglare*

Suprafata corporala la copil este crescuta in raport cu greutatea si diminueaza capacitatea de termoreglare, astfel incat nu face fata la hipotermie. Compensarea se face prin frison si termogeneza celulara. Controlul termogenezei are loc prin intermediul hipotalamusului si este intrerupt de anestezia generala. In primele 3 luni de viata capacitatea de frisonare este slaba si principala sursa de producere de caldura este termogeneza celulara.

Prematurul este mai fragil deoarece are o slaba grosime a pielii si rezerve mai mici de grasime. In sala de operatie se poate pierde multa caldura. Ca masuri pentru diminuarea pierderilor se recomanda: temperatura optima in sala de operatie, acoperirea cu paturi, utilizarea de incubatoare, umidificarea aerului inspirat, incalzirea solutiilor de perfuzat.

### *Sistemul nervos*

Exista particularitati in sistemul nervos al copilului in raport cu varsta si cu dezvoltarea morfologica.

Maturizarea diferitelor segmente din sistemul nervos se produce secvential. La nastere mielinizarea este incompleta si se finalizeaza dupa varsta de

2 ani, fapt ce influentează acțiunea anestezicelor locale, în sensul că instalarea este rapidă și durata mai redusă. O altă particularitate vizează bariera hemato-encefalică a cărei permeabilitate este crescută și are impact asupra anestezicelor liposolubile și a altor medicamente. Copiii au o activitate vagală crescută în raport cu sistemul nervos simpatic.

Preanestezic se recomandă evaluarea dezvoltării sistemului nervos. Va fi evaluat gradul de inteligență, factorii familiali, alte stări neurologice patologice, vorbirea, mersul etc.

#### *Coloana vertebrală*

Suferă modificări pe parcursul creșterii atât în ceea ce privește osificarea cât și curburile.

Lungimea coloanei vertebrale se dublează în primii 2 ani ajungând de la 20 cm la 45 cm.

Maduva spinării se dezvoltă mai lent decât canalul rahidian, iar în lichidul cefalo-rahidian este în cantitate mai mare la sugar decât la adult. Jumătate din L.C.R. se află în canalul rahidian, în timp ce la adult există doar un sfert din cantitatea de L.C.R. în spațiul medular.

### **Răspunsul farmacologic la substanțele anestezice**

Particularitățile funcționale ale nou-născutului și sugarului modifică răspunsul la diverse droguri. Compoziția corpului, proteinemia, temperatura corpului, țesutul gras și muscular, apa totală, particularitățile barierei hematoencefalice, sensibilitatea receptorilor, debitul cardiac, funcția hepatică și renală sunt elemente importante în farmacodinamica și farmacologia drogurilor anestezice. Câteva exemple sunt edificatoare. Substanțele hidrosolubile necesită doze mai mari deoarece se diluează într-un volum mai mare de apă așa cum se întâmplă cu succinilcolina.

Substanțele anestezice ce se distribuie în mușchi (Fentanylul) sau în grăsimi (Pentotalul) vor avea o acțiune mai lungă.

Proteinemia, funcția renală și hepatică impun anumite particularități.

În genere majoritatea medicamentelor au o eliminare prelungită la nou născut și prematur.

#### **Anestezicele volatile**

Concentrația minimă alveolară a anestezicelor volatile variază în funcție de vârsta copilului. Concentrația de anestezic este mai scăzută la prematuri decât la noi născuții la termen și mai scăzută la nou născutul la termen comparativ cu copilul de 3 luni. Deci la copiii sugari este necesară o concentrație anestezică inhalatorie mai mare comparativ cu copilul mai în vârstă și adultul.

Aceasta face ca în inducția inhalatorie pentru intubație, să se atingă un nivel profund de anestezie și să se realizeze un supradozaj din punct de vedere

al actiunii cardiovasculare. Adiministrarea de miorelaxante si morfinomimetice amelioreaza aceasta situatie.

Captarea anestezicelor halogenate este mai rapida datorita frecventei respiratorii crescute si faptului ca o buna parte din debitul cardiac este distribuit spre organe bogat vascularizate.

Cresterea rapida a concentratiei anestezice in sange explica riscul de supradozare la sugar si copilul mic.

Diferenta de coeficient in partaj sange/gaz in functie de varsta explica rapiditatea concentratiei in alveole la sugar.

Alti factori cu impact asupra copilului:

- starea de hidratare
- tipul de circuit utilizat (ex. Mapleson-D are un volum de dilutie mai mic, fluxul de gaz este introdus in sistem foarte aproape de plaman).

Apare o rapida crestere in sange a concentratiei anestezice si posibilitatea de supradozaj.

#### *Halotanul*

- Inductia pe masca este foarte buna
- Cazurile de insuficienta hepatica au fost semnalate foarte rar
- Aritmiile prin sensibilitate la catecolamine endogene sau exogene s-au datorat altor cauze (hipercarbie, anestezie prea superficiala sau profunda)
- La copii cu malformatii cardiace poate produce hipotensiune. Se recomanda concentratie minima si morfinice cu actiune scurta.
- Asupra aparatului respirator creste frecventa si se reduce volumul respirator cu risc de crestere a  $\text{PaCO}_2$ .

#### *Enfluranul*

- Mai putin utilizat la copii, deoarece este iritant pe caile respiratorii, iar inductia este inferioara halotanului.
- La concentratia de 2,5 % in prezenta hipocapniei pe E.E.G. pot sa apara trasee de tip epileptic.

#### *Izofluranul*

- Nu se recomanda in inductie fiind iritant pe caile respiratorii.
- Raportat la halotan prezinta o depresie miocardica mai mica cu exceptia nou-nascutului.

#### *Desfluranul*

- Inductie dezagreabila produce: tuse, secretii, laringospasm
- Dupa inductia cu Halotan se recomanda pentru mentinere
- Este util in interventii neuro-chirurgicale si medulare.

#### *Sevofluranul*

- Produce inductie lina, placuta, nu este iritant pe caile respiratorii. Are

miros placut

- In contact cu absorbantul desicatat de bioxid de carbon poate produce supraincalzirea aparatelor de anestezie si produce simptome respiratorii neplacute (iritare, desaturarea oxigenului etc.).

### **Anestezice intravenoase**

Anestezicele i.v. sunt influentate de proteinele plasmatiche de care se leaga, iar partea libera se va distribui in principal in tesuturile bine vascularizate (ficat, rinichi, creier).

Factorii de care depinde actiunea anestezicelor intravenoase:

- vascularizatia crescuta in anumite organe (ficat, rinichi, creier)
- concentratia proteinelor plasmatiche care este scazuta la copil si deci creste fractiunea libera a substantei anestezice.
- pH-ul crescut poate reduce fixarea anestezicului pe proteinele plasmatiche si sa creasca fractiunea libera din sange si deci actiunea anestezicului
- liposolubilitatea anestezicelor este un alt element cu impact anestezic. Anestezicele liposolubile au o penetrabilitate mai mare prin membrana hemato-encefalica si deci potential anestezic crescut.

#### *Thiopentalul*

- avand o buna distributie in tesutul gras se va administra cu prudenta la nou-nascuti si malnutriti.
- nou nascutul are capacitate redusa metabolica, bariera hemato-encefalica mai permeabila iar dendritele sunt mai putin dezvoltate si cresc impactul thiopentalului.

#### *Propofolul*

Este foarte lipofil, are o distributie rapida, este metabolizat hepatic rapid si are un clearance renal crescut.

Dozele sunt mai crescute la pacientii sub 2 ani (2,9 mg/kg) fata de 2,2 mg/kg la pacientii de 10-12 ani.

Inconveniente - durerea la locul injectarii.

Se utilizeaza la interventii de scurta durata si explorari radiologice.

#### *Ketamina*

Produce anestezie disociativa. Se foloseste in inductie si mentinere. Asigura o buna stabilitate hemodinamica. Se utilizeaza la pacientul socat. Creste presiunea intracraniana si intraoculara si este contraindicata in hipertensiunea intracraniana, epilepsie, interventii pe globul ocular si infectii bronhopulmonare.

## **Benzodiazepinele**

### *Diazepamul*

- produce o sedare buna
- perioada de injumatatire este de 18 ore iar la nou nascut de 80 de ore
- se metabolizeaza hepatic. Nu se va da la copiii sub 6 luni cu metabolism hepatic nematurizat.

### *Midazolamul*

- perioada de injumatatire mai scurta ca a Diazepamului (2 ore)
- se administreaza pe mai multe cai: intramuscular, oral, intrarectal, nazal, sublingual

## **Morfinomimeticele**

### *Morfina*

- la nou nascut este controversata
- bariera hemato-encefalica la nou nascut fiind insuficient maturizata, concentratia morfinei intracerebrale este crescuta. De aici apare sensibilitate crescuta la Morfina. In plus clearanceul Morfinei este scazut la nou nascut si antreneaza valori plasmatice crescute si actiune lunga.
- se va administra cu mare prudenta la nou nascuti si prematuri. Copilul de 10 luni are un raspuns identic cu adultul.

### *Petidina*

- depresie respiratorie mai mica ca Morfina
- utilizarea de lunga durata nu se recomanda deoarece produce norpetidina care este un metabolit toxic.

### *Fentanylul*

- este foarte utilizat la sugar si copil, dar exista rezerve fata de nou-nascut.
- da o buna stabilitate hemodinamica
- produce bradicardie si se recomanda asocierea unui vagolitic, deoarece debitul cardiac la copil este mentinut prin frecventa.

## **Curarele**

### **Curare depolarizante**

#### *Succinilcolina*

Dozele sunt mai mari la copil comparativ cu adultul deoarece este foarte solubila in apa si se redistribuie in sectorul extracelular.

- actioneaza nu numai pe cale i.v. ci si intramuscular si chiar sublingual
- printre actiunile indezirabile sunt aritmiile cardiace in special cand inductia se face cu Halotan. Foarte rar a fost semnalata hipertermia maligna.

### Curare nedepolarizate (competitive)

- nou nascutul si sugarul au sensibilitate crescuta la dozele uzuale, iar blocul neuro-muscular se instaleaza la concentratii mai mici
- excretia scazuta si volumul mare de apa in care se redistribuie fac ca actiunea lor sa fie prelungita
- gama acestor curare fiind foarte larga, vom alege in functie de durata de actiune, efectele secundare, varsta si starea biologica a copilului, precum si de tipul interventiei chirurgicale.

### Concluzii

Particularitatile morfo-functionale ale copilului, in principal ale nou-nascutului si sugarului sunt elementele cele mai importante in indicatia si efectuarea anesteziei la copil

Curba de greutate in functie de varsta gestionala este un factor important ce trebuie evaluat preoperator

In principiu la copil se utilizeaza aceleasi substante si tehnici anestezice ca la adult, dar cu instrumentar si aparatura adecvate si cu adaptarea dozelor in functie de particularitatile morfo-functionale ale copilului si tipul interventiei chirurgicale.

#### BIBLIOGRAFIE

1. Cote C. Anesthésie Pédiatrique, In: Anesthésie, Miller RD, ed. Flamariion, Paris 1996.
2. Caravero P, Rice J. Pediatric Anesthesia, In Clinical Anesthesia, Barash G, Cullen F, Stoelting K, ed. Lippincott, William & Wilkins, Philadelphia 2000.
3. Ecoffey C. Anesthesiologie Pédiatrique, ed Flamariion, Paris 1997.
4. Mitre C. Anestezia pediatrica, In: Anestezie Clinica, Acalovschi I ed., editura Clusium, Cluj Napoca 2005.
5. Purcaru F, Malos A. Anestezia Pediatrica, In: Chirurgia Pediatrica, Sabetay C ed., AIUS 2005.